

INSTITUTTET FOR TELETEKNIK
MODUL 4901: LINEÆRE ELEKTRISK KREDSLØB
FORÅR 1991

ANP3 USERS MANUAL/BG

ANP3 USERS MANUAL/BG

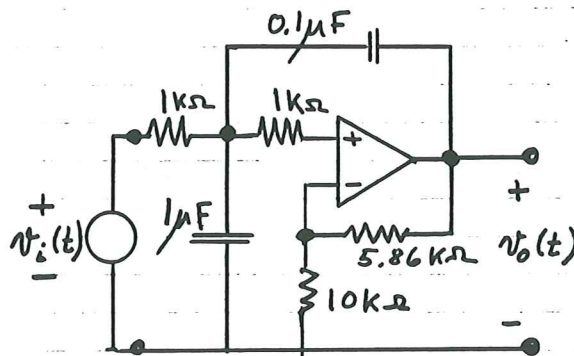
ANP3 ("Analytical Network Program version 3") er primært et program, som kan beregne systemfunktioner for tidskontinuerte, lineære netværk opbygget af koncentrerede og tidsinvariante komponenter.

Desuden kan ANP3 beregne amplitude- og fasekarakteristik samt step- og impulsrespons for en systemfunktion. Denne systemfunktion kan enten stamme fra en foregående beregning på et netværk eller den kan være direkte indlæst. Endelig er der mulighed for at beregne tidssvaret på en specificeret, stykkevis lineær påvirkning.

Disse noter beskriver de mest anvendte indlæsedata til ANP3. Afsnit 1 indeholder eksempler, som introducerer de mest almindelige anvendelser. Afsnit 2 viser et enkelt eksempel på "modellering", hvorved man kan få ANP3 til at løse opgaver, som det ikke umiddelbart kan. Afsnit 3 indeholder en oversigt over strukturen af input til ANP3. For en mere udførlig og systematisk beskrivelse henvises til Rolf Molich-Pedersen "Users manual for ANP3", som sælges på Institutet for Teleteknik.

1. EKSEMPLER

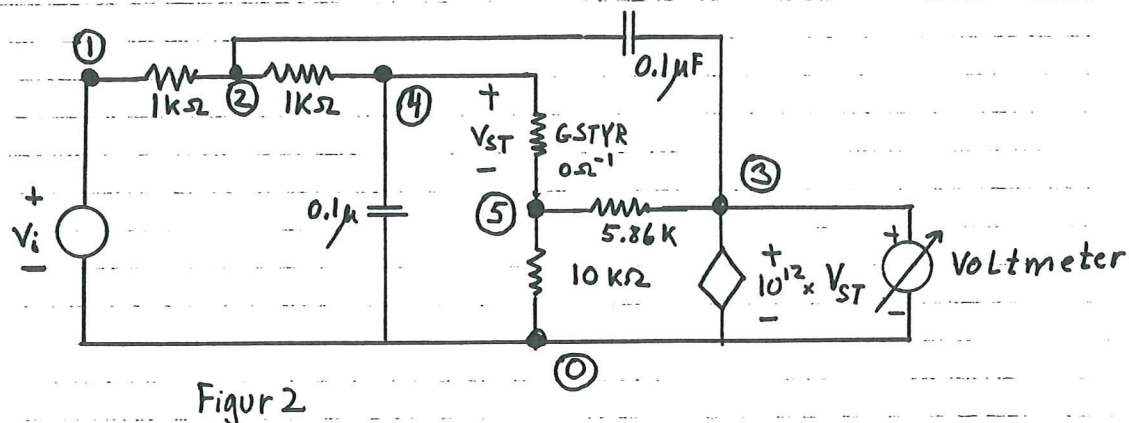
Eksempel 1. Beregning på kredsløb. Frekvens- og tidsrespons.



Figur 1

Fig.1 viser diagrammet for et anden ordens lavpas Salen-Key filter. Operationsforstærkeren antages at være ideel. Det skal foretages følgende beregninger:

- Spændingsforstærkningen $A_v(s) = V_o/V_i$.
- Amplitude- og fasekarakteristik for $A_v(j\omega)$ i frekvensområdet $100\text{Hz} < f < 100\text{kHz}$.
- Step- og impulsrespons for $A_v(s)$ i tidsrummet $0 < t < 1\text{msek}$.



Figur 2 viser kredsløbet forberedt for beregning af A_v med ANP3, idet der er foretaget følgende ændringer:

- Operationsforstærkeren er erstattet af en spændingsstyret generator, hvor forstærkningen er sat til 10^{12} ; blot dette tal er større end 10^{10} opfattes det af ANP3 som værende uendelig stor. Som styreelement for generatoren anvendes en uendelig stor modstand svarende til en konduktans på 0.
- $A_v(s)$ er defineret med den uafhængige spændingsgenerator ("kilden") og voltmeteret ("detektoren"), som måles det ønskede svar V_u .
- Kredsløbets er knudepunkter nummererede.

På grundlag af fig.2 skrives det nedenfor viste inputdata. Det er opbygget som en ASCII-fil med 1 sætning pr. linie. Tallene i parentes forrest på hver linie er linienummeret; dette hører ikke med til linien. Hver linie indeholder en række oplysninger. Der må ikke byttes om på rækkefølgen af disse, og der skal være mindst et mellemrum " " imellem dem.

- (1) `***Wai-Kai Chen: Passive and active filters, fig. 5.35`
- (2) `*title LAVPAS SALLER-KEY FILTER`
- (3) `*circuit`
- (4) `R 1 2 1E3 :første modstand`
- (5) `R 2 4 1000`
- (6) `c 4 0 0.1E-6`
- (7) `C 2 3 0.1E-6`
- (8) `r 3 5 5.86E3`
- (9) `R 5 0 1E4`
- (10) `GSTYR 4 5 0`
- (11) `V 3 0 1E12 V GSTYR`
- (12) `S 1 0 V`
- (13) `D 3 0 V`
- (14) `*output`
- (15) `freq 100 100e3 log 30 hz`
- (16) `time 5e-5 100e-5`
- (17) `*stop`

Linie 1 begynder med "***". Dette betyder, at linien indeholder en kommentar til input data. Linien får ingen betydning for beregningen.

Linie 2 indledes med "*title". Dette bevirker, at resten af linien bliver overskrift for outputtet.

Linie 3 indeholder kommandoen *circuit. Den indleder kredsløbsbeskrivelsen, som består af en linie for hvert element.

Linie 4 beskriver modstanden på 1 kOhm mellem knudepunkt 1 og 2. "R" fortæller, at der er tale om en modstand, hvis modstandsværdi opgives senere. (Ønsker man at opgive konduktansværdien for en modstand, skal man starte med "g". Beskrivelsen af en spole og en kondensator indledes med henholdsvis "L" og "C". Jvfr. linie 5-9.) "1" og "2" er numrene på de to knudepunkter, som komponenten er forbundet til. Den rækkefølge, hvori knudepunkterne opgives, definerer fortegnskonventionen for spændingen over komponenten og strømmen igennem denne, idet det førstnævnte knudepunkt er det positive. (Spændingen er altså potentialet af førstnævnte knudepunkt minus potentialet af sidstnævnte knudepunkt.

Strømmen igennem komponenten regnes positiv fra først- til sidstnævnte knudepunkt). Den næste oplysning er komponentværdien. ":første modstand" er en kommentar, som ingen indflydelse har på beregningen. ":" angiver at det er en kommentar.

Linie 10 definerer den modstand, hvis spænding styrer den afhængige generator. Da konduktansen skal opgives til 0, indledes med "g". "STYR" umiddelbart efter "G" medfører, at ANP3 tildeler komponenten navnet "GSTYR", som der kan refereres til fremover. (ANP3 afkorter dog navnet til fire karakterer. "GSTYR", "GSTYX" og "GSTY" er altså samme navn.) Hvis der ikke følger andet end mellemrum efter typebetegnelsen, får komponenten ikke noget navn. Dette gælder komponenterne i linie 4-9. GSTYR ligger imellem knudepunkterne 4 og 5, hvor 4 er det positive knudepunkt, som følgelig er nævnt først.

Linie 11 definerer den styrede generator. Første karakter "V" viser, at det er en styret spændingsgenerator ("I" definerer en styret strømgenerator). Dernæst følger det positive knudepunkt 3 og det negative knudepunkt 0 samt komponentværdien. Det næste "V" angiver, at der er spændingsstyring. (Strømstyring markeres med "I"). Endelig er "GSTYR" navnet på den styrende komponent.

Linie 12 definerer den uafhængige generator, som indgår i definitionen af $A_v(s)$. Dens type er "S" (står "source"), 1 og 0 er knudepunktnumrene (i den rigtige rækkefølge) og V angiver, at det er en spændingsgenerator. (I for strømgenerator.)

Linie 13 beskriver voltmeteret, som indgår i definitionen af $A_v(s)$. Typen er "d" (står for "detector" = måleinstrument), knudepunkterne er 3 og 0 og "V" fortæller, at det er et voltmeter. (Et amperemeter beskrives ved "I".)

Linie 14 indeholder kommandoen *output. Denne kommando afslutter beskrivelsen af kredsløbet på fig.2. Når ANP3 indlæser denne kommando beregnes poler, nulpunkter og konstanten for $A_v(s)$. (Hvis man efter *output havde fortsat med "Coefficients" ville koefficienterne i tæller- og nævnerpolynomium for $A_v(s)$ være blevet beregnede. "Notables" ville bevirkere, at de senere omtalte tabeller ikke skrives ud.)

Linie 15 beskriver den ønskede frekvensrespons. Det første ord er "freq". Dernæst følger den mindste og den største frekvens, som $A_v(j\omega)$ skal beregnes for. "log" betyder at frekvensaksen skal være logaritmisk. (Den anden mulighed er "LIN", svarende til lineær akse.) "30" betyder, at frekvensintervallet deles på i 30 underintervaller. "Hz" betyder, at frekvenserne er opgivet i Hz. (Den anden mulighed er "RPS" for radianer/sek.) Såfremt man udelader alle oplysninger undtagen "freq", vil ANP3 søge at vælge "fornuftige" værdier for

frekvensaksen ud fra de beregnede poler og nulpunkter for systemfunktionen. ANP3 vil udskrive en tabel over følgende syv størrelser som funktion af frekvensen:

$$\begin{array}{ccccccc} \operatorname{Re}(H(j\omega)) & \operatorname{Im}(H(j\omega)) & |H(j\omega)| & 20 \cdot \log |H(j\omega)| & & & \\ \operatorname{Arg}(H(j\omega))/\text{grader} & \operatorname{Arg}(H(j\omega))/\text{rad} & \text{Delay} = -d\operatorname{Arg}(H(j\omega))/d\omega. & & & & \end{array}$$

Desuden dannes et "linieskriverplot" af $20 \cdot \log |H(j\omega)|$ og $\operatorname{Arg}(H(j\omega))/\text{grader}$. (Man kan også få de øvrige fem størrelser plottet; se eksempel 2.)

Linie 16 beskriver den ønskede tidsrespons. Der indledes med "Time". Dernæst står sluttiden og skridtlængden for tiden. Der startes altid til $t=0$. Dette kort medfører, at ANP3 beregner en tabel over og et lineskriverplot af impuls- og stepresponsen. (Impulsresponsen er svarets tidsforløb, når påvirkningens tidsforløb er en impuls d.v.s. en $\delta(t)$ -funktion. Stepresponsen er svarets tidsforløb, når påvirkningens tidsforløb er en trinfunktion d.v.s. $\mu(t)=0$ for $t<0$ og 1 for $t\geq 0$.) Skrives blot "Time", skønner ANP3 selv over de øvrige parametre ud fra polerne.

Linie 17 indeholder kommandoen "*stop". Dette afslutter ANP3's beregninger.

Kommenteret output svarende til disse inputdata er vist på de følgende sider.

*** ANP3 PC Version *** TIME = 11: 2: 7. 5 ***
 *** February 1991 *** DATE = 1991: 3: 9 ***

Input listing: (line nr.)

ANP3 - DEMO VERSION - MAX. NO. OF PRIMARY VARIABLES = 20

```
( 1) ** Wai-Kai Chen: Passive and active filters. fig.5.35
( 2) *title LAVPAS GALLER-KEY FILTER
( 3) *circuit
( 4) r 1 2 1e3 :første modstand
( 5) r 2 4 1000
( 6) c 4 0 0.1e-6
( 7) c 2 3 0.1e-6
( 8) r 3 5 5.00e3
( 9) r 5 0 1e4
(10) gstyr 4 5 0
(11) v 3 0 1e12 v gstyr
(12) s 1 0 v
(13) d 3 0 v
(14) *output
```

Input-data

Title: LAVPAS GALLER-KEY FILTER

Overskrift

Passive elements

Branch Name	Type	Node1	Node2	Value
R	1	2		1.0000000000000000+03
R	2	4		1.0000000000000000+03
C	4	0		1.0000000000000000-07
C	2	3		1.0000000000000000-07
R	3	5		5.2600000000000000+03
R	5	0		1.0000000000000000+04
GSTY	6	4	5	0.0000000000000000-01

ANP3's opfattelse af kredsløb
(Bruges ved fejlfinding i input data)

Active elements

Branch Name	Generator Type	HI Node	LO Node	Value	Control Type	Control Element
V		3	0	1.0000000000000000+12	V	GSTY

Source Type V - HI Node 1 - LO Node 0

Detector Type V - HI Node 3 - LO Node 0

*** RESULTS ***

Sigma = Real Part, Omega = Imaginary Part
 $Q = \text{sqrt}(\text{Sigma}^2 + \text{Omega}^2) / (-2 * \text{Sigma})$, $f = \text{Omega} / (2\pi)$

F 1.5860000000000000+00 : (HF Gain constant)

ZEROS Sigma $\pm j * \text{Omega}$ Q f
 No Zeros

POLES Sigma $\pm j * \text{Omega}$ Q f
 P -7.0700000000000000+03 -7.07213546250350+03 0.71 -1.130+03
 P -7.0700000000000000+03 7.07213546250350+03 0.71 1.130+03

$$A_v(s) = 1.59 \times 10^9 \frac{1}{(s + 7.1 \times 10^3 + j 7.1 \times 10^3) * (s + 7.1 \times 10^3 - j 7.1 \times 10^3)}$$

(15) freq 100 100e3 loc 30 nr ← Plot-Line

Title: LAVPAS GALLEN-KEY FILTER

Logarithmic Frequency sweep: 3 decades with 11 points per decade.

Frequency multiplication factor: 1.2589250+00

Frequency Hz	Real Part	Imaginary Part	Magnitude	Magnitude dB	Phase Degrees	Phase Radians	Delay sec.
1.000000+00	1.579720+00	-1.409050-01	1.585990+00	4.00601	-5.897	-0.00894	1.419560-04
1.258930+00	1.576020+00	-1.773850-01	1.585970+00	4.00591	-6.422	-0.11208	1.422800-04
1.584890+00	1.570130+00	-2.233020-01	1.585930+00	4.00566	-8.094	-0.14127	1.427890-04
1.995260+00	1.560700+00	-2.810800-01	1.585810+00	4.00503	-10.209	-0.17819	1.435880-04
2.511890+00	1.545560+00	-3.537280-01	1.585520+00	4.00344	-12.891	-0.22499	1.448340-04
3.162280+00	1.521050+00	-4.449040-01	1.584700+00	3.99940	-16.304	-0.28456	1.467570-04
3.981070+00	1.481020+00	-5.507940-01	1.582930+00	3.98926	-20.672	-0.36079	1.496670-04
5.011870+00	1.414890+00	-6.993720-01	1.578310+00	3.96382	-26.303	-0.45907	1.539180-04
6.309570+00	1.304630+00	-8.677120-01	1.566840+00	3.90049	-33.628	-0.58692	1.596940-04
7.943280+00	1.121520+00	-1.054020+00	1.539080+00	3.74524	-43.223	-0.75438	1.663270-04
1.000000+03	8.306150-01	-1.219320+00	1.475350+00	3.37793	-55.737	-0.97279	1.706640-04
1.258930+03	4.267480-01	-1.275180+00	1.344690+00	2.57245	-71.497	-1.24785	1.652440-04
1.584890+03	6.676660-03	-1.126310+00	1.126330+00	1.03333	-89.660	-1.56407	1.420330-04
1.995260+03	-2.613470-01	-8.104120-01	8.515100-01	-1.39620	-107.874	-1.88275	1.048180-04
2.511890+03	-3.282720-01	-4.913700-01	5.909370-01	-4.56918	-123.746	-2.15977	6.852760-05
3.162280+03	-2.819310-01	-2.687000-01	3.894670-01	-8.19059	-136.376	-2.38022	4.218910-05
3.981070+03	-2.876830-01	-1.397330-01	2.503150-01	-12.03026	-146.067	-2.54934	2.556040-05
5.011870+03	-1.423680-01	-7.109600-02	1.591330-01	-15.96481	-153.463	-2.67844	1.553980-05
6.309570+03	-9.411400-02	-3.504880-02	1.007100-01	-19.93851	-159.148	-2.77765	9.531050-06
7.943280+03	-6.101830-02	-1.801040-02	6.362080-02	-23.92802	-163.555	-2.85458	5.895150-06
1.000000+04	-3.913170-02	-9.835270-03	4.016130-02	-27.92385	-166.999	-2.91468	3.670130-06
1.258930+04	-2.493670-02	-4.530080-03	2.534490-02	-31.92220	-169.704	-2.96189	2.295460-06
1.584890+04	-1.583070-02	-2.270760-03	1.599270-02	-35.92155	-171.837	-2.99912	1.440140-06
1.995260+04	-1.002660-02	-1.138140-03	1.009100-02	-39.92129	-173.524	-3.02856	9.053750-07
2.511890+04	-6.341480-03	-5.704360-04	6.367080-03	-43.92119	-174.860	-3.05188	5.699330-07
3.162280+04	-4.007190-03	-2.858980-04	4.017380-03	-47.92115	-175.919	-3.07037	3.590760-07
3.981070+04	-2.530740-03	-1.432890-04	2.534800-03	-51.92114	-176.759	-3.08503	2.263510-07
5.011870+04	-1.597740-03	-7.181460-05	1.599350-03	-55.92113	-177.426	-3.09668	1.427340-07
6.309570+04	-1.008480-03	-3.599260-05	1.009120-03	-59.92113	-177.956	-3.10592	9.002560-08
7.943280+04	-6.364570-04	-1.803900-05	6.367130-04	-63.92113	-178.377	-3.11326	5.678900-08
1.000000+05	-4.016370-04	-9.840930-06	4.017390-04	-67.92113	-178.710	-3.11929	3.582610-08

Tabel over
 $H(j\omega)$

Printer plot of results.

Controlled variable HZ : Nonlinear axis.

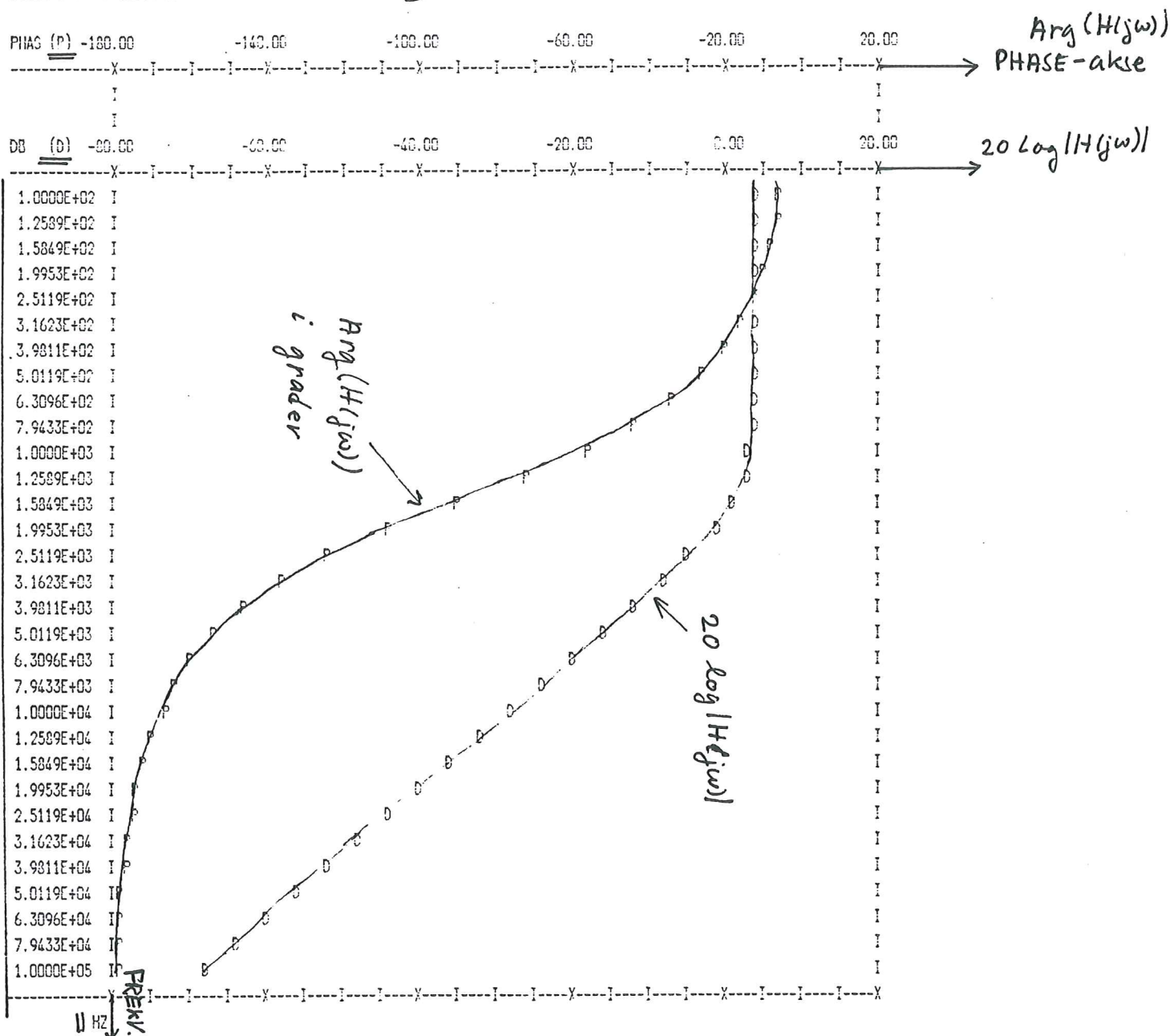
Automatic scaling with respect to units used.

Dependent variable PHAS: Unit of axis 2.000+00:

Automatic scaling with respect to units used.

Dependent variable DB : Unit of axis 1.000+00:

Beskrivelse af faks



(16) time 5e-5 100e-5 ← time - Linie

Title: LAVPAS GALLER-KEY FILTER

Time sweep with 20 points.

Time increment 4.99999987000-05 secs - Integration step size 8.33333343000-06 secs.

Time Step Impulse Impulse position(s) Weight(s)

0.0000E-01	-2.0435E-20	-2.4242E-14	*****	1.0000E+00
5.0000E-05	1.5563E-01	5.4533E+03		
1.0000E-04	4.8349E-01	7.1851E+03		
1.5000E-04	8.3373E-01	6.7776E+03		
2.0000E-04	1.1451E+00	5.3868E+03		
2.5000E-04	1.3736E+00	3.7552E+03		
3.0000E-04	1.5235E+00	2.2914E+03		
3.5000E-04	1.6005E+00	1.1672E+03		
4.0000E-04	1.6464E+00	4.0799E+02		
4.5000E-04	1.6545E+00	-3.8046E+01		
5.0000E-04	1.6465E+00	-2.5132E+02		
5.5000E-04	1.6319E+00	-3.1236E+02		
6.0000E-04	1.6166E+00	-2.8763E+02		
6.5000E-04	1.6037E+00	-2.2493E+02		
7.0000E-04	1.5943E+00	-1.5453E+02		
7.5000E-04	1.5881E+00	-9.2678E+01		
8.0000E-04	1.5848E+00	-4.5909E+01		
8.5000E-04	1.5833E+00	-1.4786E+01		
9.0000E-04	1.5831E+00	3.1570E+00		
9.5000E-04	1.5834E+00	1.1451E+01		
1.0000E-03	1.5841E+00	1.3530E+01		

Tabel over
trin- og impuls-svar

Printer plot of results.

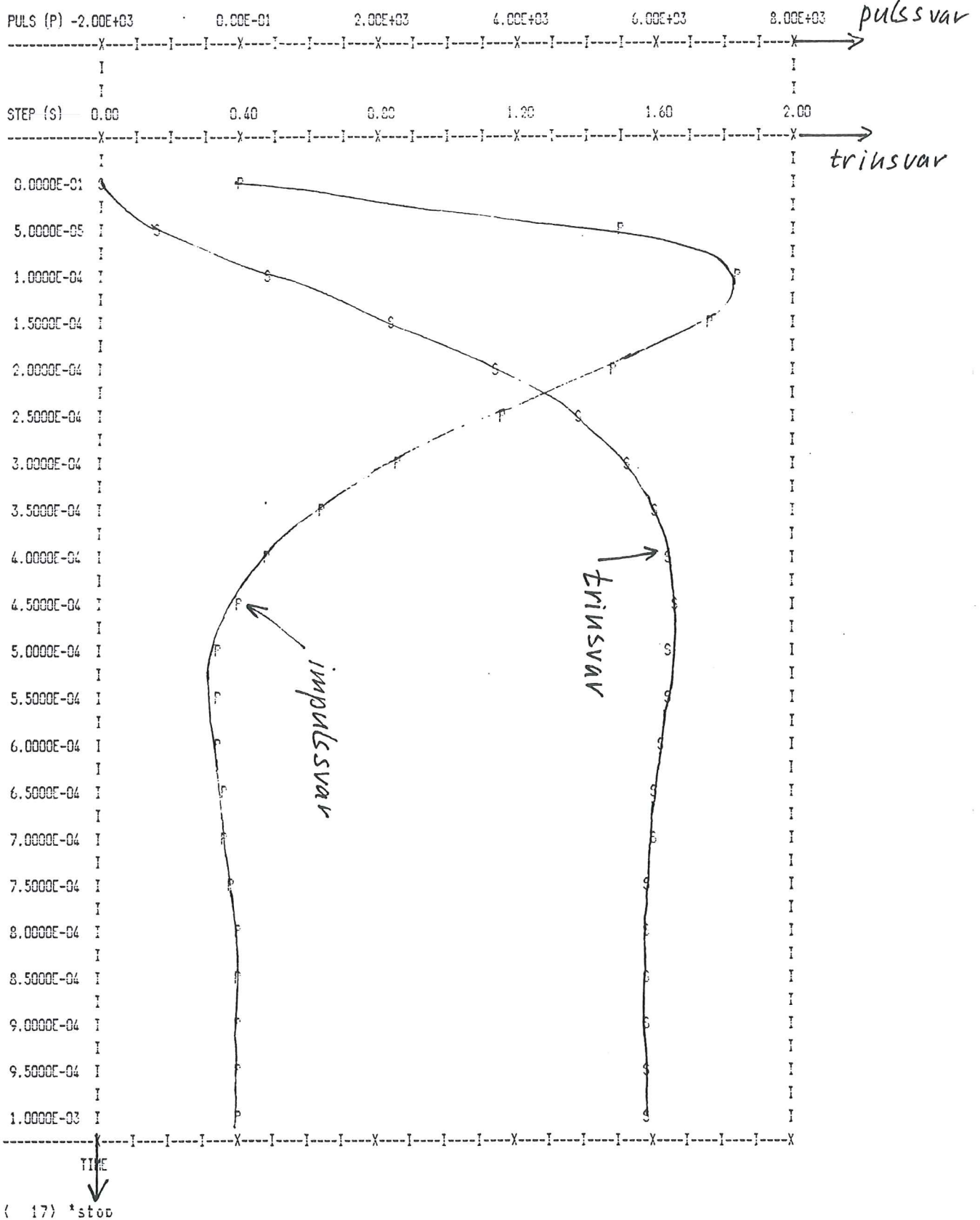
Controlled variable TIME: Unit of axis 5.000-05.

Automatic scaling with respect to units used.

Dependent variable PULS: Unit of axis 1.000+02;

Automatic scaling with respect to units used.

Dependent variable STEP: Unit of axis 2.000-02;



CPU Time used for current job 3.79 secs. (N = 5)

*** (C) Copyright Erik Lindberg, 1986, 1987, 1989, 1991 ***

Eksempel 2. Indlæsning af bruden rational funktion.

Systemfunktionen $H(s)$ er givet ved

$$H(s) = 10 \cdot (s+1)/(s+1-j)/(s+1+j)$$

For $H(s)$ skal $\text{Re}(H(j\omega))$ og $\text{Im}(H(j\omega))$ plottes i frekvensintervallet $0 < \omega < 3$ Radianer/sek. Frekvensaksen skal være lineær. Største- og mindsteværdien på y-aksen af plottet af realdelen skal være 0 og 10. Desuden ønskes impulsresponsen plottet. Inputdata for denne opgave ser således ud:

- (1) *function
- (2) f 10
- (3) z -1
- (4) p -1 1
- (5) *output coefficients notables
- (6) freq 0 3 lin rps plot
- (7) re 0 10 im
- (8) time plot
- (9) puls
- (10) *stop

Linie 1 indeholder kommandoen *function, som indleder beskrivelsen af funktionen. Hver af de følgende linier beskriver enten polerne og nulpunkterne (1 linie/singularitet) eller koefficienterne i tæller- og nævnerpolynomiet (1 linie/koefficient). Desuden er der mulighed for at specificere en faktor.

Linie 2, som indledes med "f", beskriver faktoren foran brøken.

Linie 3, som indledes med "z", beskriver nulpunktet -1.

Linie 4, som indledes med "p", beskriver polen $-1+j$. Når der er tale om en kompleks singularitet med negativ realdel, vil ANP3 automatisk tilføje den komplekst konjugerede singularitet. Det er altså ikke nødvendigt at specificere begge singulariteter i et komplekst konjugeret singularitetspar.

Linie 5 indholder *output og afslutter beskrivelsen af funktionen. "coefficients" medfører udskrift af koefficienterne i tæller- og nævnerpolynomierne. "notables" hindrer udskriften af tabeller.

Linie 6 beskriver frekvensanalysen. "plot" giver mulighed for dels at vælge plot af andet end $20 \cdot \log |H(j\omega)|$ og $\text{Arg}(H(j\omega))/\text{grader}$ dels at bestemme over y-akserne i plottet.

Linie 7 giver de informationer, som er forvarslet af "plot" i freq-linien nr.6. Specificeres y-aksens talværdier ikke, foretager ANP3 selv passende valg af disse. (x-aksen i plottet er frekvensaksen. Denne kan som i eksempel 1 være specificeret i freq-linien. Her i eksempel 2 er valget af antal delintervaller på denne akse overladt til ANP3.) Der kan højst plottes to størrelser ad gangen; valget foretages med følgende koder:

RE ~ $\text{Re}(H(j\omega))$, Im ~ $\text{Im}(H(j\omega))$, MAGN ~ $|H(j\omega)|$, DB ~ $20 \cdot \log |H(j\omega)|$,

PHAS ~ $\text{Arg}(H(j\omega))/\text{grader}$, RAD ~ $\text{Arg}(H(j\omega))/\text{radianer}$ og DELAY ~ $-\text{dArg}(H(j\omega))/\text{d}\omega$.

Linie 8 og 9 specificerer output af impulssvaret $h(t)$ alene. ("Step" i stedet for "Puls" havde givet plot af stepresponsen alene. Udeladelse af "plot" i time-linie samt hele linie 9 havde givet plot af både impuls- og steprespons.)

Linie 10 indeholder "*stop" og afslutter beregningerne.

Man kan også indlæse $H(s)$ på polynomieform. For beregning af poler og nulpunkter for

$$H(s) = 10 \cdot (s+1)/(s^2+2)$$

benyttes følgende input:

- (1) *Function
- (2) f 10
- (3) d 1
- (4) d 0
- (5) d 2
- (6) N 1
- (7) n 1
- (8) *output
- (9) *stop

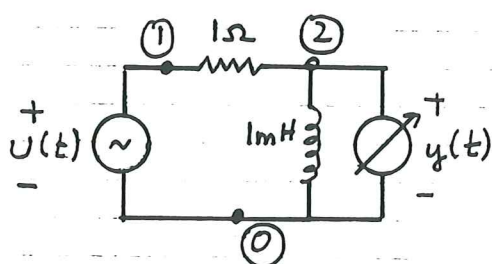
Linie 3-5 beskriver nævnerpolynomiets koefficienter i linie 3-5. Disse linier indledes med "d" for "denominator" =nævner. Koefficienterne indlæses svarende til aftagende s-potens. Linie 6-7 specificerer tællerpolynomiets koefficienter. Disse linier indledes med "n" for "numerator" =tæller.

Eksempel 3. Beskrivelse af tidsforløb for den uafhængige generator.

Placeringen i kredsløbet af den uafhængige generator u fremgår af linien, som specificerer detektoren. Tidsforløbet af $u(t)$ er derimod ikke givet. Som omtalt i eksempel 1 vil ANP3 ved indlæsning af en time-linie beregne step- og impulsresponsen for den netværksfunktion $H(s)$, som er defineret ved den foregående *output-linie. Som før nævnt er impulsresponsen svaret på påvirkningen $\delta(t)$ d.v.s. $y(t)=h(t)=\mathcal{L}^{-1}\{H(s)\}$, mens stepresponsen er svaret på påvirkningen $u(t)=\mu(t)$ d.v.s. $y(t)=\mathcal{L}^{-1}\{H(s)/s\}$.

Der er desuden mulighed for at specificere en stykkevis kontinuert tidsafhængighed (f. eks. en rampe) af den uafhængige generator; dette er imidlertid besværligt og sjældent anvendt, så derfor skal det ikke beskrives her.

Hvis den Laplacetransformerede $U(s)$ af påvirkningen $u(t)$ er en bruden rational funktion, kan $U(s)$ indlæses med *function umiddelbart efter den *output-linie, som afslutter beskrivelsen af kredsløbet og beregner $H(s)$. Ved den *output-linie, som afslutter beskrivelsen af $U(s)$, vil ANP3 så beregne $Y(s)=H(s) \cdot U(s)$; herefter vil en ordre om beregning af impuls (d.v.s. "puls" i linien efter en "time"-linie) medføre, at $y(t)=\mathcal{L}^{-1}\{Y(s)\}$ beregnes. Metoden demonstreres ved følgende eksempel:



Figur 3

$$e(t) = \begin{cases} 0 & \text{for } t < 0 \\ 5V \cdot \sin 2t & \text{for } t \geq 0 \end{cases}$$

Figur 3 viser et R-L-led som er påvirket af en sinusspænding fra $t=0$. Før $t=0$ er kredsløbet i hvile. Man skal så beregne $v(t)$ for $t>0$. Da den Laplacetransformerede af $\sin(\omega t)$ er $\omega/(s^2+\omega^2)$, bliver $U(s)=10/(s^2+4)$. Derefter fås følgende inputdata:


```

*circuit :indleder beskrivelsen af kredsløbet
r 1 2 1
l 2 0 1e-3
d 1 0 v
s 2 0 v
*output :afslutter indlæsningen af kredsløb. Nu kender ANP3  $H(s)=Y(s)/U(s)$ .
*function :indleder indlæsningen af  $U(s)$ 
f 10
d 1
d 0
d 4
*output : Nu kender ANP3  $Y(s)=H(s)U(s)$ 
time puls
puls : Her beregner ANP3  $y(t)$ 
*stop

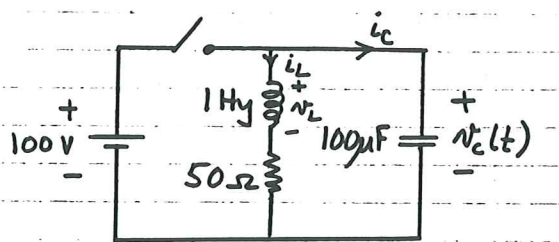
```

Det skal understreges, at ANP3 altid starter beregningerne til $t=0$, således at alle transienter kommer med. Er man interesseret i en evt. stationær løsning, må man regne så langt ud af t-aksen, at forholdene bliver stationære.

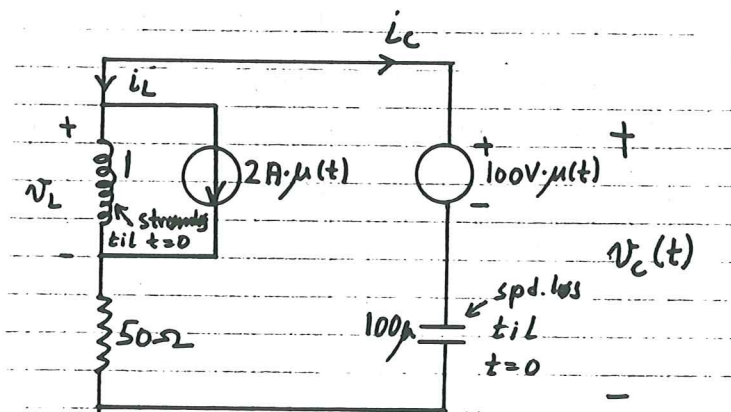
2. BEREGNING AF EGENSVINGNINGER MED ANP3.

Formålet med ANP3 er primært at finde systemfunktioner. Derfor forudsættes det, at alle begyndelsesbetingelser (d.v.s. spolestrømme og kondensatorspændinger) er 0; desuden kan ANP3 kun håndtere een uafhængig generator ad gangen. Derfor kan ANP3 ikke umiddelbart anvendes til at beregne egensvingningerne i et kredsløb. Imidlertid kan man "snyde" ANP3 til alligevel at foretage denne slags beregninger ved at opstille en "model" d.v.s. et kredsløb, hvor en af strømmene eller spændingerne er lig med den ønskede størrelse i det oprindelige kredsløb. Kan ANP3 så regne på modellen er problemet jo løst. Den slags tricks forøger anvendelighed af ANP3 (og selvfølgelig alle andre kredsløbsprogrammer) væsentlig. Elektriske analogier af mekaniske kredsløb er et eksempel på modeller, hvorved man kan bruge ANP3 til at lave beregninger, som ANP3 ikke umiddelbart kan. Fremgangsmåden ved opstilling af modeller til beregning af egensvingninger belyses lettest ved et eksempel.

Eksempel 4. Beregning af egensvingninger



Figur 4



Figur 5

Figur 4 viser en stor spole (det kunne f.eks. være en magnet) med selvinduktionen 1 Henry og den ohmske modstand 50 Ohm. Når magneten bruges, er kontakten sluttet, og der løber en jævnstrøm på 2 Amp igennem spolen. Parallelt over spolen sidder en kondensator på 100 μ Farad; denne kondensator skal hindre spolespændingen i at blive uendelig stor, når kontakten åbnes til $t=0$. Opgaven består i at beregne spændingen $v_c(t)$ for $t>0$.

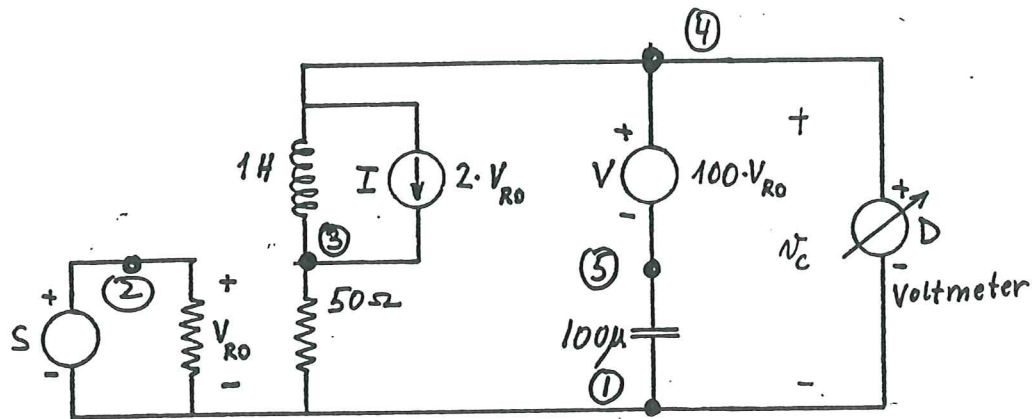
Først bestemmes begyndelsesbetingelserne til $i_L(0)=2$ Amp og $v_c(0)=100$ Volt.

Dernæst bemærkes at

$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int_0^t v_L(\tau) d\tau + i_L(0) \cdot \mu(t) \quad v_c(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i_c(\tau) d\tau + v_c(0) \cdot \mu(t)$$

for $t \geq 0$.

Hermed kan figur 4 omdannes til figur 5, hvor $v_c(t)$ og $i_L(t)$ er identiske med $v_c(t)$ og $i_L(t)$ på figur 4. Det understreges kraftigt, at kondensatorspændingen og spolestrømmen på fig. 5 ikke er lig med kondensatorspændingen og spolestrømmen på figur 4; der er begyndelsesbetingelserne til forskel! Til gengæld er begyndelsesbetingelserne for spolen og kondensatoren på figur 5 nul. Hermed er den første hindring for indlæsning i ANP3 ryddes af vejen. Men figur 5 indeholder to uafhængige generatorer.



Figur 6

Som vist på figur 6 kan de to uafhængige generatorer på figur 5 omdannes til to styrede generatorer samt en uafhængig generator. Da ANP3 kan håndtere fig.6 og $v_c(t)$ på fig. 6 er identisk med $v_c(t)$ på figur 4, er figur 6 den søgte model.

Inputdata svarende til figur 6 bliver:

*CIRCUIT

r0 2 1 1

r 3 1 50

c 5 1 1e-4

L 4 3 1

I 4 3 2 v r0

v 4 5 100 v r0

s 2 1 v

d 4 1 v

*output

time plot

step

*stop

3. OVERSIGHT OVER FORMAT FOR INPUT-LINIER TIL ANP3.

Nedenfor gives en oversigt over rækkefølgen af oplysningerne på de forskellige slags input-linier til ANP3. Denne oversigt kan kaldes med HELP-kommandoen i kataloget

C:\pc4901 > på pc-erne i databaren på Institutet for Teleteknik.

*CIRcuit

*CIRCUIT means start of circuit specification

e.g. *circuit
 *title test circuit
 source 1 0 v
 r12 1 2 1e3
 c20 2 0 1e-3
 detector 2 0 v
 *output coefficients notables
 frequency
 time
 *stop

*FUNction

*FUNCTION means start of rational function input

e.g. *function
 *title test function
 f +1000 : constant factor
 z +1 2 : complex zero (+1+j*2)(+1-j*2)
 p -3 4 : complex pole (-3+j*4)(-3-j*4)
 n 5 : numerator coefficient s**1
 n 6 : numerator coefficient s**0
 d 7 : denominator coefficient s**2
 d 8 : denominator coefficient s**1
 d 9 : denominator coefficient s**0
 *output coefficients notables
 freq
 time
 *stop

*OUTput

*OUTPUT means end of *CIRCUIT, *MODIFY or *FUNCTION

*OUTPUT [COEFFICIENTS] [NOTABLES] [LOW HIGH, FULL HALF]

where COEFFICIENTS - polynomial coefficients
 calculated from poles and zeros

NOTABLES - no tables in line-printer-plot

LOW - no inversion of complex s-plane
HIGH - inversion of complex s-plane
FULL - eigenvalues in origo removed
 before call of QR algorithm
HALF - eigenvalues in origo not removed
 before call of QR algorithm
default is LOW FULL

*MODify

modify the circuit for a repeated run

e.g. *modify

Cfb DELETE : delete capacitor CFB
rnew 4 9 300 : add resistor RNEW
Rout 1000 : change resistor ROUT

rx delete : change resistor RX to
rx 4 5 0 : the value zero

VOP 100e+3 : change control value
: of voltage source VOP

s 3 5 v : change or move source

*RESet

reset for an analysis of a completely new circuit

*STOp

*STOP means end of input data file

*TITle

headline specification

e.g. *title COUPLED CIRCUITS, critical coupling
or *title overcritical coupling

a new *TITLE line will override the previous line

*LIST

output format specification

*LIST n means:

*LIST 0 omit all output except error messages
*LIST 1 80 char pr. line
*LIST 2 omit summary listing of elements
*LIST 3 132 char pr. line, max. amount of output

default is *LIST 3 (after *MODIFY however *LIST 2)

FREQ

frequency response specification

FREQ [{f-min} {f-max}] [LIN or LOG] {n-int} [HZ or RPS] {li-nd} [PLOT]

where f-min = min. frequency
f-max = max. frequency
n-int = number of intervals (< 199)
li-nd = number of intervals if LIN
li-nd = number of decades if LOG

e.g. FREQUENCY

or

FREQ 10 1e5 LOG 40 HZ 4 PLOT
DB -60 0 PHAS -180 +180

TIME

- (1) TIME command gives computation time
- (2) TIME specification after *OUTPUT command has the following syntax:

{TIME} [{t-step} {t-stop} [SIGNAL] [PLOT
{plot1} {ymin} {ymax} {plot2} {ymin} {ymax}]]

e.g.

TIME 5e-6 250e-6 PLOT
STEP -5 +5 PULS -5 +5

or

TIME 5e-6 250e-6 SIGNAL PLOT
INPUT -5 +5 OUTPUT -50 +50
PCWL PERIODIC 3
0 7 0 END

: (x,y) = (0,0) (3*5e-6,7) (6*5e-6,0)

PLOT

plot specification

if PLOT is specified on a FREQ or TIME line
then the syntax of the line following must be:

{plot1} {ymin} {ymax} [{plot2} {ymin} {ymax}]

where in case of FREQ {plot1} and {plot2} must be

RE - real part IM - imaginary part
MAGN - magnitude (abs) DB - magnitude (dB)
PHAS - phase (degrees) RAD - phase (radians)
DELAY - group delay (s) of the transferfunction

and in case of TIME {plot1} and {plot2} must be

STEP or PULS if SIGNAL is not specified
and INPUT or OUTPUT if SIGNAL is specified
in the preceding TIME line

SIGNAL

input time signal specification

if SIGNAL is specified on a TIME line
then the syntax of the line following the TIME line
and the PLOT line (if any) must be:

{PCWL/PTRAIN} {PERIODIC} {DT}

where PCWL - piecewise linear input signal
PTRAIN - input signal is a train of impulses
PERIODIC - the specified signal is repeated periodically
{DT} is an integer stating the total number of time-units
between entries in the following table

if {DT} is ≤ 0 then the entries in the table are
pairs of time-units and signal-values

S

source specification

e.g. S 1 2 V

or

SOURCE 1 2 I

D

detector specification

e.g. D 1 2 V

or

DETECTOR 1 2 I

R

resistor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Rab 1 2 120e+6

or

r 1 2 120E+3

G

conductor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Gab 1 2 120e-3

or

g 1 2 120E+3

L

inductor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Lab 1 2 120e-3

or

l 1 2 120E-3

C

capacitor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Cab 1 2 120e-12

or

c 1 2 120E-12

V

controlled voltage source specification

{type}{id} {from node} {to node} {value} {type} {reference}

e.g. Vab 1 2 120 v rx

or

V 1 2 120 I LX

I

controlled current source specification

{type}{id} {from node} {to node} {value} {type} {reference}

e.g. Iab 1 2 120 v rx

or

i 1 2 120 I LX

M

mutual inductance specification

{type}{id} {1.st L} {2.nd L} {value}

e.g. Mab LA LB 0.85

or

m L1 L2 0.85 : m = k*sqrt(L1*L2), abs(K) < 1

K

inductance coupling specification

{type}{id} {1.st L} {2.nd L} {value}

e.g. Kab LA LB 0.85

or

k L1 L2 0.85 : k = M/sqrt(L1*L2), abs(K) < 1

Appendix A: ANP3 hjælpe sider help-pxx

INDHOLD:

side

help-p00, help-p01	A 1
help-p02, help-p03, help-04	A 2
help-p05, help-p06	A 3
help-p07, help-p08, help-09	A 4
help-p10, help-p11	A 5
help-p12, help-p13	A 6
help-p14, help-p15	A 7
help-p16, help-p17, help-anp	A 8
help-ap, help-ed	A 9

help-p00 =====

Use command: HELP for information about ANP3
 Use command: ANP3 for call of ANP3
 Use command: AP for graphics output after run with ANP3
 Use command: READ file or LIST file
 for investigation of ASCII files, e.g. ANP3.OUT

The following commands will give information about the programs
 ANP3, AP and EDIT

help-anp help-ap help-ed

help-p01 =====

The ANP3 *HELP command will give rise to the following output
 (two pages - please call help-p02 for the second page)

HELP commands concerning analysis

HELP-Pxx

*HELP	- this command	01
*HCIRcuit	- *CIRCUIT, start of circuit specification	03
*HFUNction	- *FUNCTION, start of rational function input	04
*HOUTput	- *OUTPUT, end of	
	- *CIRCUIT, *FUNCTION or *MODIFY	05
*HMODify	- *MODIFY, for a repeated run	06
*HRESet	- *RESET, for a new run	07
*HSTOp	- *STOP, end of input data file	07
*HTITle	- *TITLE headline specification	07
*HTIME	- *TIME cpu time measurement	08
*HLISt	- *LIST output format specification	09
*HFREq	- frequency response specification	10
*HPLOt	- plot specification	11
*HSIGnal	- input time signal specification	12

help-p02 =====

The ANP3 *help command will give rise to the following output
(two pages - please call help-p01 for the first page)

HELP commands concerning circuit elements: HELP-Pxx

*HR - resistor specification 13
*HG - conductance specification 13
*HL - inductor specification 14
*HC - capacitor specification 14
*HV - voltage source specification 15
*HI - current source specification 15
*HM - mutual inductance specification 16
*HK - inductance coupling specification 16
*HS - source specification 17
*HD - detector specification 17

please call HELP-P03, HELP-P04, HELP-P05, for further help

help-p03 =====

*HCIRcuit

*CIRCUIT means start of circuit specification

e.g. *circuit
 *title test circuit
 source 1 0 v
 r12 1 2 1e3
 c20 2 0 1e-3
 detector 2 0 v
 *output coefficients notables
 frequency
 time
 *stop

help-p04 =====

*HFUNction

*FUNCTION means start of rational function input

e.g. *function
 *title test function
 f +1000 : constant factor
 z +1 2 : complex zero (+1+j*2)(+1-j*2)
 p -3 4 : complex pole (-3+j*4)(-3-j*4)
 n 5 : numerator coefficient s**1
 n 6 : numerator coefficient s**0
 d 7 : denominator coefficient s**2
 d 8 : denominator coefficient s**1
 d 9 : denominator coefficient s**0
 *output coefficients notables
 freq
 time
 *stop

help-p05

*HOUTput

*OUTPUT means end of *CIRCUIT, *MODIFY or *FUNCTION

*OUTPUT [COEFFICIENTS] [NOTABLES] [LOW HIGH, FULL HALF]

where COEFFICIENTS - polynomial coefficients
 calculated from poles and zeros

NOTABLES - no tables in line-printer-plot

LOW - no inversion of complex s-plane

HIGH - inversion of complex s-plane

```

FULL      - eigenvalues in origo removed
           before call of QR algorithm

```

```
HALF      - eigenvalues in origo not removed
           before call of QR algorithm
```

default is LOW FULL

help-p06

*HMODify

modify the circuit for a repeated run

e.g. *modify

Cfb DELETE : delete capacitor CFB

```
rnew 4 9 300      : add      resistor RNEW
```

```

Rout 1000      : change resistor ROUT

```

```
rx delete      : change resistor RX to
```

```
rx 4 5 0      : the value zero
```

```
VOP 100e+3      : change control value
```

: of voltage source VOP

s 3 5 v : change or move source

```
-----
help-p07 =====
-----
*HRESet
      reset for an analysis of a completely new circuit
-----
*HSTOp
      *STOP means end of input data file
-----
*HTITLe
      headline specification

e.g. *title COUPLED CIRCUITS, critical coupling
or   *title                overcritical coupling

a new *TITLE line will override the previous line
-----
```

```
-----
help-p08 =====
-----
*HTIME
(1)   *TIME command gives computation time

(2)   TIME specification after *OUTPUT command has the
      following syntax:

      {TIME} [{t-step} {t-stop} [SIGNAL] [PLOT
      {plot1} {ymin} {ymax}   {plot2} {ymin} {ymax} ] ]

e.g.
      TIME    5e-6  250e-6  PLOT
      STEP   -5 +5    PULS   -5 +5

or
      TIME    5e-6  250e-6  SIGNAL  PLOT
      INPUT   -5 +5  OUTPUT -50 +50
      PCWL    PERIODIC  3
      0  7  0  END

      : (x,y) = (0,0)   (3*5e-6,7)   (6*5e-6,0)
-----
```

```
-----
help-p09 =====
-----
*HLIST
      output format specification

*LIST n   means:

*LIST 0   omit all output except error messages
*LIST 1   80 char pr. line
*LIST 2   omit summary listing of elements
*LIST 3   132 char pr. line, max. amount of output

default is *LIST 3 (after *MODIFY however *LIST 2)
-----
```

```
-----  
help-p10 =====  
-----  
*HFREQ
```

frequency response specification

the options for the FREQ command must be on the same line

```
FREQ  [{f-min} {f-max}]  [LIN or LOG]  {n-int}  
                                [HZ  or RPS]  {li-nd}  [PLOT]
```

where f-min = min. frequency
 f-max = max. frequency
 n-int = number of intervals (< 199)
 li-nd = number of intervals if LIN
 li-nd = number of decades if LOG

e.g. FREQUENCY
 or
 FREQ 10 1e5 LOG 40 HZ 4 PLOT
 DB -60 0 PHAS -180 +180

```
-----  
help-p11 =====  
-----  
*HPLOT
```

plot specification

if PLOT is specified on a FREQ or TIME line
then the syntax of the line following must be:

```
{plot1} {ymin} {ymax} [ {plot2} {ymin} {ymax} ]
```

where in case of FREQ {plot1} and {plot2} must be

RE	- real	part	IM	- imaginary part
MAGN	- magnitude (abs)	DB		- magnitude (dB)
PHAS	- phase (degrees)	RAD		- phase (radians)
DELAY	- group delay (s) of the transferfunction			

and in case of TIME {plot1} and {plot2} must be

 STEP or PULS if SIGNAL is not specified
and INPUT or OUTPUT if SIGNAL is specified
 in the preceding TIME line

help-p12 =====

*HSignal

input time signal specification

if SIGNAL is specified on a TIME line
then the syntax of the line following the TIME line
and the PLOT line (if any) must be:

{PCWL/PTRAIN} {PERIODIC} {DT}

where PCWL - piecewise linear input signal
PTRAIN - input signal is a train of impulses
PERIODIC - the specified signal is repeated periodically
{DT} is an integer stating the total number of time-units
between entries in the following table

if {DT} is ≤ 0 then the entries in the table are
pairs of time-units and signal-values

help-p13 =====

*HR

resistor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Rab 1 2 120e+6

or

r 1 2 120E+3

*HG

conductor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Gab 1 2 120e-3

or

g 1 2 120E+3

help-p14 =====

*HL

inductor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Lab 1 2 120e-3

or

l 1 2 120E-3

*HC

capacitor specification

{type}{id} {from node} {to node} {value}

e.g. Cab 1 2 120e-12

or

c 1 2 120E-12

help-p15 =====

*HV

controlled voltage source specification

{type}{id} {from node} {to node} {value} {type} {reference}

e.g. Vab 1 2 120 v rx

or

V 1 2 120 I LX

*HI

controlled current source specification

{type}{id} {from node} {to node} {value} {type} {reference}

e.g. Iab 1 2 120 v rx

or

i 1 2 120 I LX

help-p16 =====

*HM

mutual inductance specification

{type}{id} {1.st L} {2.nd L} {value}

e.g. Mab LA LB 0.85

or

m L1 L2 0.85 : $m = k \cdot \sqrt{L1 \cdot L2}$, $\text{abs}(K) < 1$

*HK

inductance coupling specification

{type}{id} {1.st L} {2.nd L} {value}

e.g. Kab LA LB 0.85

or

k L1 L2 0.85 : $k = M / \sqrt{L1 \cdot L2}$, $\text{abs}(K) < 1$

help-p17 =====

*HS

source specification

e.g. S 1 2 V

or

SOURCE 1 2 I

*HD

detector specification

e.g. D 1 2 V

or

DETECTOR 1 2 I

help-anp =====

please use command:

ANP3 [input-file [output-file]]

for call of ANP3 - default I/O: ANP3.DAT ANP3.OUT

call HELP with arguments 1, 2, 3 ... 17 for list of help pages

please use command:

AP [input-files]

for call of AP (Anp3 Plotterprogram) -

default I/O: TAB-FREQ.AP and TAB-TIME.AP created by ANP3

call HELP-AP , HELP-ED or AP-DVR for further help

help-ap =====

The ANP3 plotter program AP is available in an Olivetti- and an IBM-version controlled by a driverfile AP.DVR. - Please call AP-DVR for further information.

The file: AP.PAS contains the Pascal source code to be compiled with Borland Turbo Pascal. The Graphics Toolbox is used.

The following files must be available in the same "plot-work"-directory:

(1): The files with the plot tables created by ANP3:

TAB-FREQ.AP and TAB-TIME.AP

(2): The following "system-files" taken from the TURBO PASCAL library:

ERROR.MSG, 14X9.FON, 4X6.FON and 8X8.FON

help-ed =====

use of editor EDIT call the editor by means of: EDIT file

key	F1	F2	F3	F4	F5
UC	abort	delete	split	start	exit
	search	line	line	line	file
LC	command	restore	join	end	save

key	F6	F7	F8	F9	F10
UC	erase to	insert	search up	line up	half up
	end of line	mark	file	file	screen
LC	next line	go to	search down	line down	half down

=====